

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Marko Rastija

Zagreb, 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof.dr.sc. Neven Pavković

Student:

Marko Rastija

Zagreb, 2015.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija, navedenu literaturu i savjete mentora.

Zahvaljujem prof.dr.sc. Nevenu Pavkoviću što je pristao biti moj mentor, za strpljenje i savjete kojima mi je pomogao u izradi ovog završnog rada.

Marko Rastija



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:
procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Marko Rastija**

Mat. br.: 0035183776

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Stropna podizna konstrukcija koša za košarku**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Hoist-up ceiling construction for basketball**

Opis zadatka:

U ovom radu potrebno je koncipirati i konstruirati stropni podizni koš za košarku za manje sportske dvorane. Pogon za podizanje i spuštanje izvesti elektromotorom kojim se upravlja pomoću kontrolnog ormarića. U spuštenom položaju koša visina table od poda treba biti 305 cm. U podignutom položaju cijela konstrukcija treba biti u vodoravnom položaju paralelno sa stropom tako da što manje smeta za ostale sportove. Posebno treba voditi računa o osiguranju od pada konstrukcije u slučaju havarije dijelova mehanizma za spuštanje odnosno podizanje.

U radu treba:

- analizirati postojeće uređaje na tržištu,
- koncipirati više varijanti rješenja, usporediti ih i vrednovanjem odabrati najpovoljnije,
- odabrano projektno rješenje uređaja razraditi s potrebnim proračunima nestandardnih dijelova,
- izraditi računalni model uređaja i tehničku dokumentaciju u 3D CAD sustavu.

Pri konstrukcijskoj razradi obratiti pozornost na tehnologično oblikovanje dijelova. Analizirati kritična mjesta. Opseg konstrukcijske razrade, modeliranja i izrade tehničke dokumentacije dogovoriti tijekom izrade rada.

U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć

Zadatak zadan:
25. studenog 2014.

Rok predaje rada:
1. rok: 26. veljače 2015.
2. rok: 17. rujna 2015.

Predviđeni datumi obrane:
1. rok: 2., 3., i 4. ožujka 2015.
2. rok: 21., 22., i 23. rujna 2015.

Zadatak zadao:

Prof. dr. sc. Neven Pavković

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Igor Balen

SAŽETAK

Tema ovog završnog rada jest "Stropna podizna konstrukcija koša za košarku". Rad obuhvaća analizu tržišta i postojećih konstrukcija, nekoliko koncepata mogućeg rješenja na temelju funkcijske strukture i morfološke matrice te razradu odabranog koncepta za koji je proveden odgovarajući proračun. Izrađeni su model uređaja i tehnička dokumentacija u 3D CAD sustavu.

SADRŽAJ

SAŽETAK	I
SADRŽAJ	II
POPIS SLIKA	IV
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE	V
POPIS OZNAKA	VI
1. UVOD.....	1
2. ANALIZA TRŽIŠTA	2
3. KONCIPIRANJE	8
3.1. Funkcijska struktura	8
3.2. Morfološka matrica	9
3.3. Koncepti.....	10
3.3.1. Koncept 1	10
3.3.2. Koncept 2	12
3.3.3. Koncept 3	13
4. PRORAČUN	15
4.1. Određivanje opterećenja	15
4.2. Proračun čvrstoće nosivih elemenata	17
4.2.1. Proračun čvrstoće U-vijaka	17
4.2.2. Proračun zavora nosivih limova šarke	18
4.2.3. Proračun nosivog lima šarke	19
4.2.4. Proračun svornjaka šarke	21
4.2.5. Proračun okastog vijka šarke.....	22
4.2.6. Proračun nosivog kvadratnog profila	23
4.2.7. Proračun zavora kvadratnog profila i cijevi	24
4.3. Proračun užeta.....	26

4.4. Proračun elektromotora za podizanje	28
ZAKLJUČAK	30
LITERATURA.....	31
PRILOZI	32

POPIS SLIKA

Slika 1. Konstrukcija s podizanjem prema naprijed i polugom za učvršćenje s prednje strane	2
Slika 2. Konstrukcija s podizanjem prema naprijed i polugom za učvršćenje sa stražnje strane	3
Slika 3. Konstrukcija s podizanjem unazad i polugom za učvršćenje sa stražnje strane	4
Slika 4. Konstrukcija s bočnim podizanjem i polugom za učvršćenje s bočne strane	5
Slika 5. Konstrukcija s podizanjem unazad i istovremenim pomakom prema naprijed	6
Slika 6. Konstrukcija s podizanjem unazad i pomakom prema naprijed u procesu podizanja	7
Slika 7. Funkcijska struktura	8
Slika 8. Morfološka matrica	9
Slika 9. Koncept 1.....	10
Slika 10. Koncept 2.....	12
Slika 11. Koncept 3.....	13
Slika 12. Opterećenje konstrukcije	15
Slika 13. Opterećenje nosive šarke	17
Slika 14. Proračunski presjek zavora 1	18
Slika 15. Nosivi lim	19
Slika 16. Opterećenje okastog vijka.....	22
Slika 17. Opterećenje kvadratnog profila.....	23
Slika 18. Proračunski presjek zavora 2	24
Slika 19. Sila u užetu	26
Slika 20. Motor u sklopu s vitlom Lynrus QR4.....	28
Slika 21. Stropna podizna konstrukcija koša za košarku	29

POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

BROJ CRTEŽA	NAZIV IZ SASTAVNICE
MR_201415_ZR_001	Konstrukcija sklop
MR_201415_ZR_002	Zavarena konstrukcija
MR_201415_ZR_003	Vitlo
MR_201415_ZR_004	Zglob šarka
MR_201415_ZR_005	Ploča vitla
MR_201415_ZR_006	Nosač zgloba šarke
MR_201415_ZR_007	Svornjak zgloba šarke
MR_201415_ZR_008	Nosač prijelomne poluge donji
MR_201415_ZR_009	Nosač prijelomne poluge gornji
MR_201415_ZR_010	Držać za prihvata užeta
MR_201415_ZR_011	Svornjak prijelomne poluge

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
a	mm	udaljenost od težišta do središta zgloba
A_{om}	mm ²	površina osnovnog materijala nosivog lima
A_{ov}	mm ²	površina poprečnog presjeka okastog vijka
A_s	mm ²	površina poprečnog presjeka svornjaka
A_{uv}	mm ²	površina poprečnog presjeka U-vijka
a_{zav1}	mm	proračunska duljina zavora 1
A_{zav1}	mm ²	proračunska površina zavora 1
a_{zav2}	mm	proračunska duljina zavora 2
A_{zav2}	mm ²	proračunska površina zavora 2
b	mm	udaljenost od prihvata užeta do središta zgloba
d_s	mm	promjer svornjaka
d_u	mm	promjer užeta
f	-	faktor ispune užeta
F_1	N	sila reakcije u osloncu
F_2	N	sila reakcije u osloncu
F_D	N	dodatna sila
F_R	N	rezultantna sila
F_u	N	sila u užetu
F_{uv}	N	sila na U-vijku
F_v	N	sile u vertikalnom smjeru
G	N	težina konstrukcije
g	m/s ²	ubrzanje sile teže
l_1	mm	duljina osnovnog materijala
l_{kp}	mm	duljina kvadratnog profila između oslonaca
l_{zav1}	mm	proračunska duljina zavora 1
l_{zav2}	mm	proračunska duljina zavora 2
m	kg	masa konstrukcije

M_2	Nm	moment oko oslonca 2
m_i	kg	masa igrača
M_o	Nm	moment oko središta zgloba
$M_{s,kp}$	Nm	moment savijanja kvadratnog profila
n_{zav1}	N/mm ²	normalno naprezanje zavara 1 u proračunskom presjeku
p_1	N/mm ²	dodirni pritisak između svornjaka i nosivog lima
p_2	N/mm ²	dodirni pritisak između svornjaka i okastog vijka
p_{dop1}	N/mm ²	dopušteni dodirni pritisak 1
p_{dop2}	N/mm ²	dopušteni dodirni pritisak 2
P_{em}	W	snaga elektromotora
$R_{e,kp}$	N/mm ²	granica tečenja materijala kvadratnog profila
$R_{e,om}$	N/mm ²	granica tečenja osnovnog materijala nosivog lima
$R_{e,ov}$	N/mm ²	granica tečenja materijala okastog vijka
$R_{m,u}$	N/mm ²	lomna čvrstoća užeta
$R_{p0,2}^{uv}$	N/mm ²	granica tečenja materijala U-vijka
S_{kp}	-	faktor sigurnosti kvadratnog profila
S_{om}	-	faktor sigurnosti osnovnog materijala
s_{ov}	mm	širina glave okastog vijka
S_{ov}	-	faktor sigurnosti okastog vijka
S_{p1}	-	faktor sigurnosti na dodirni pritisak 1
S_{p2}	-	faktor sigurnosti na dodirni pritisak 2
S_s	-	faktor sigurnosti svornjaka
S_u	-	faktor sigurnosti užeta
S_{uv}	-	faktor sigurnosti U-vijka
S_{zav1}	-	faktor sigurnosti zavara 1
S_{zav2}	-	faktor sigurnosti zavara 2
t_1	mm	debljina nosivog lima
t_{II}^{zav2}	N/mm ²	smično naprezanje zavara 2 u proračunskom presjeku
v_u	m/s	brzina povlačenja užeta

W_{kp}	mm^3	moment otpora poprečnog presjeka kvadratnog profila
α_k	-	faktor koncentracije naprezanja za kružni otvor
β	°	kut između horizontale i konstrukcije
γ	°	kut između užeta i konstrukcije
φ	-	faktor udara
$\sigma_{dop,u}$	N/mm^2	dopušteno naprezanje užeta
σ_{kp}	N/mm^2	normalno naprezanje kvadratnog profila
σ_{om}	N/mm^2	vlačno naprezanje osnovnog materijala nosivog lima
σ_{ov}	N/mm^2	vlačno naprezanje okastog vijka
σ_{uv}	N/mm^2	vlačno naprezanje U-vijka
$\sigma_{\perp}^{zav 1}$	N/mm^2	normalno naprezanje u pravom presjeku zavora 1
$\sigma_{dop}^{zav 1}$	N/mm^2	dopušteno naprezanje zavora 1
$\sigma_{dop}^{zav 2}$	N/mm^2	dopušteno naprezanje zavora 2
$\sigma_{red}^{zav 1}$	N/mm^2	reducirano naprezanje zavora 1
$\sigma_{red}^{zav 2}$	N/mm^2	reducirano naprezanje zavora 2
$\tau_{dop,s}$	N/mm^2	dopušteno smično naprezanje svornjaka
τ_s	N/mm^2	smično naprezanje svornjaka
$\tau_{\perp}^{zav 1}$	N/mm^2	okomito smično naprezanje u pravom presjeku zavora 1
$\tau_{II}^{zav 2}$	N/mm^2	paralelno smično naprezanje u pravom presjeku zavora 2

1. UVOD

U manjim sportskim dvoranama najčešće nema mjesta za smještaj zasebnih terena za pojedine sportove što znači da se nekoliko sportova odigrava u istom prostoru, na istom terenu. Najčešće se radi o dvoranskom nogometu, rukometu, odbojci, košarci i badmintonu. S obzirom da su koševi potrebni jedino za košarku, a kod drugih sportova smetaju, moraju se nekako ukloniti iz prostora za odigravanje drugih sportova. Jedno od rješenja jesu samostojeće pokretne konstrukcije koša za košarku kakve najčešće vidamo u velikim sportskim dvoranama s velikim visinama stropa (NBA dvorane, Arena Zagreb i sl.). U manjim sportskim dvoranama to rješenje često nije najpovoljnije jer zahtjeva dodatan prostor za skladištenje tih konstrukcija kada nisu u uporabi. S obzirom da manje sportske dvorane imaju značajno niže stropove, rješenje koje se nudi jesu stropne podizne konstrukcije koševa za košarku. To su konstrukcije koje se učvršćuju na postojeću krovnu konstrukciju dvorane i prilagođavaju prostoru koji je na raspolaganju. Kao što i samo ime sugerira, kada nisu u upotrebi jednostavno se podignu prema stropu i na taj način omoguće odigravanje ostalih sportova.

2. ANALIZA TRŽIŠTA

Danas je na tržištu prisutan velik broj proizvođača konstrukcija koševa za košarku, a neki od njih su Elan, Spalding, Porter Athletic, Jaypro Sports, Bison Gym, Gared Sports, Draper itd. Svi oni nude sličnu paletu proizvoda koja sadrži podne, zidne i stropne konstrukcije koševa koje mogu biti pomične i nepomične. Kako je tema ovoga rada stropna podizna konstrukcija koša za košarku analiza obuhvaća upravo varijante stropnih pomičnih konstrukcija koša za košarku.

U ponudi proizvođača nalaze se stropne podizne konstrukcije koševa za košarku koje se razlikuju po načinu podizanja i učvršćenja koša u položaju za igru. Slika 1 prikazuje stropnu podiznu konstrukciju koša koja se podiže prema naprijed, a u položaju za igru učvršćuje ju poluga s prednje strane.



Slika 1. Konstrukcija s podizanjem prema naprijed i polugom za učvršćenje s prednje strane

Na slici 2 prikazana je stropna podizna konstrukcija koša koja se također podiže prema naprijed, ali ju u položaju za igru učvršćuje poluga sa stražnje strane. Poluga za učvršćenje može biti teleskopska ili klizeća ukoliko je sa stražnje strane, a preklopiva ako je s prednje strane konstrukcije. Rješenje s podizanjem konstrukcije prema naprijed koristi se u slučajevima kada nema dovoljno prostora iza koša.



Slika 2. Konstrukcija s podizanjem prema naprijed i polugom za učvršćenje sa stražnje strane

Slika 3 prikazuje konstrukciju koja se podiže unazad i učvršćuje preklopivom polugom sa stražnje strane.



Slika 3. Konstrukcija s podizanjem unazad i polugom za učvršćenje sa stražnje strane

Još jedno rješenje za ograničen prostor iza koša jest konstrukcija na slici 4 koja je u položaju za igru učvršćena preklopivom polugom s bočne strane, a i podiže se na tu stranu.



Slika 4. Konstrukcija s bočnim podizanjem i polugom za učvršćenje s bočne strane

Rješenje koja omogućava podizanje konstrukcije unazad kod ograničenog prostora iza koša prikazano je na slici 5.



Slika 5. Konstrukcija s podizanjem unazad i istovremenim pomakom prema naprijed

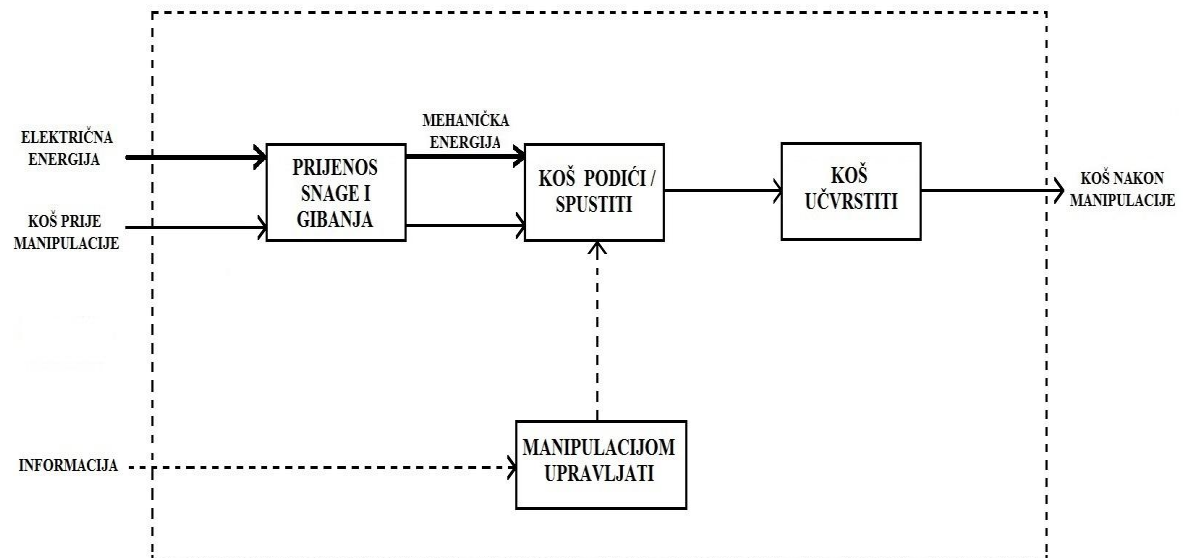
Radi se o konstrukciji koja se prilikom podizanja pomiče prema naprijed jer zglob nije čvrsto vezan na krovnu konstrukciju kao kod ostalih rješenja nego je ovješeno preko kotača što onda omogućuje pomak prema naprijed prilikom podizanja, a to je vidljivo na slici 6. U položaju za igru učvršćuje se preklopivom plugom sa stražnje strane.



Slika 6. Konstrukcija s podizanjem unazad i pomakom prema naprijed u procesu podizanja



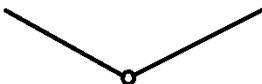



3. KONCIPIRANJE

3.1. Funkcijska struktura



Slika 7. Funkcijska struktura

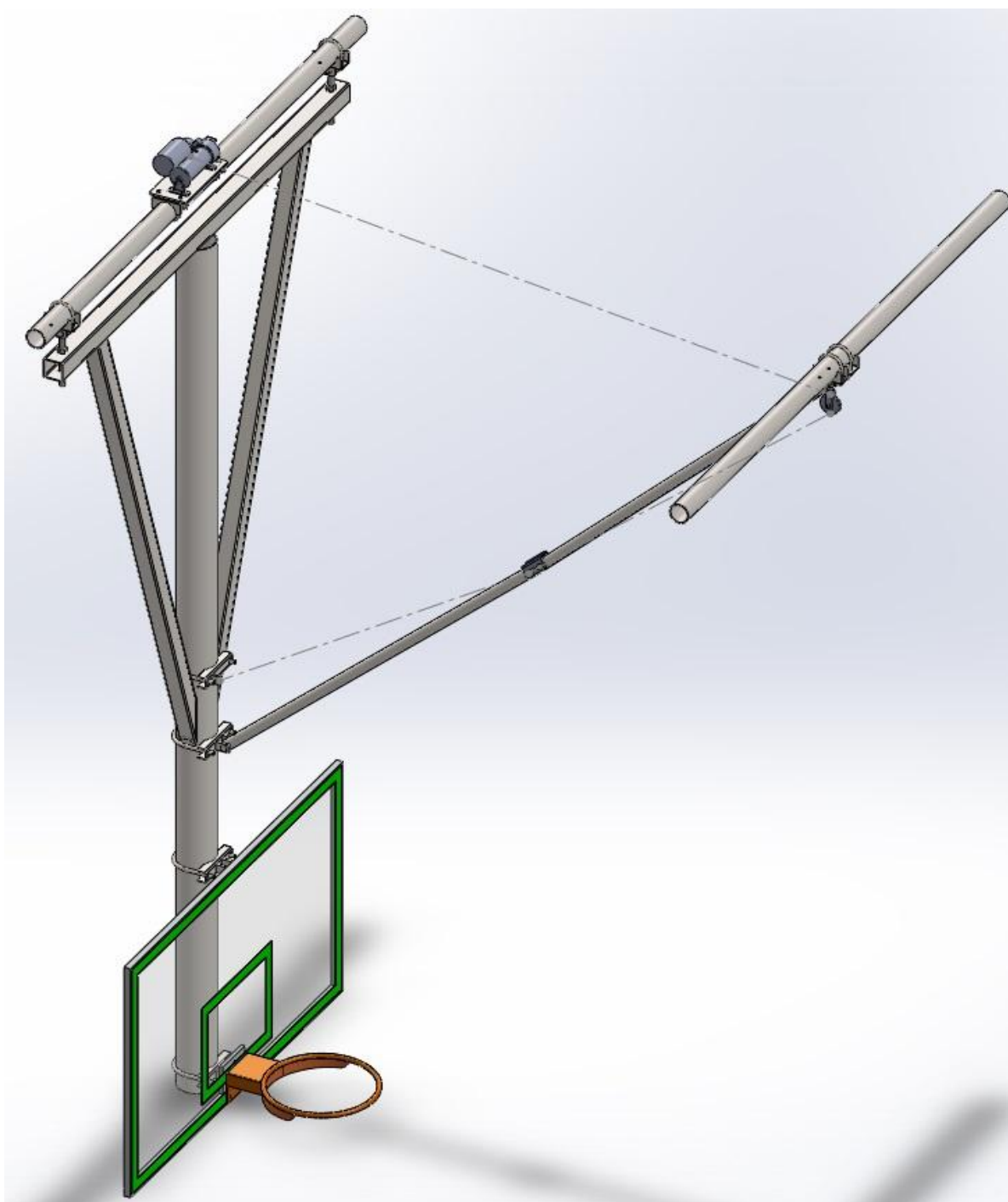
3.2. Morfološka matrica

<p>KOŠ PODIĆI / SPUSTITI</p>	<p>ELEKTROMOTOR</p> 		
<p>KOŠ UČVRSTITI</p>	<p>TELESKOPSKA POLUGA</p> 	<p>PREKLOPIVA POLUGA</p> 	
<p>MANIPULACIJOM UPRAVLJATI</p>	<p>KLJUČ</p> 	<p>ELEKTRONIKA</p> 	
<p>KONSTRUKCIJU OD PADA OSIGURATI</p>	<p>ZAŠTITNI UREĐAJ</p> 		

Slika 8. Morfološka matrica

3.3. Koncepti

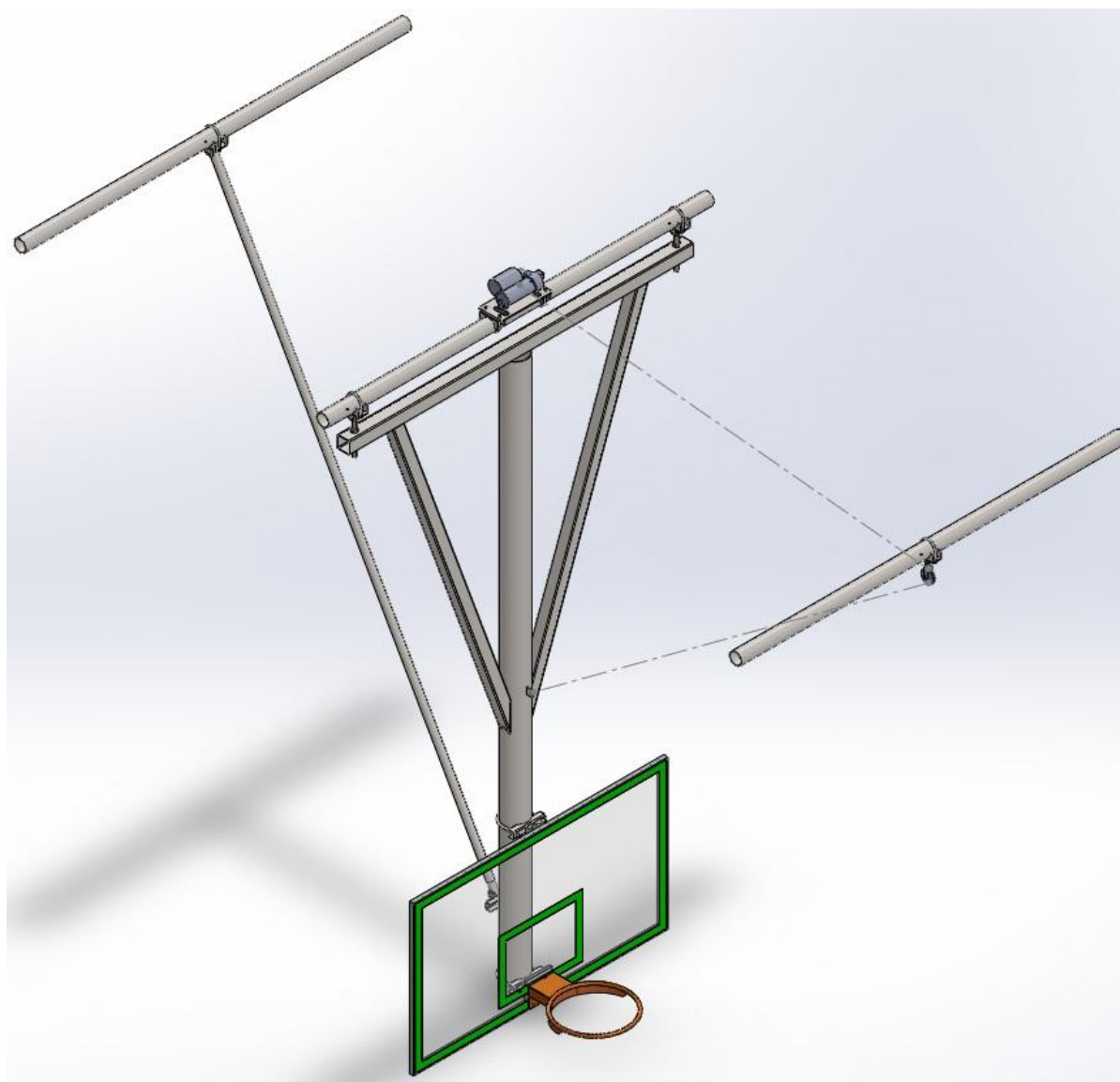
3.3.1. Koncept 1



Slika 9. Koncept 1

Koncept 1 sastoji se od nosive bešavne cijevi zavarene na kvadratni profil. Dva kvadratna profila sa svake strane osiguravaju dodatnu krutost i stabilnost konstrukcije. Koš i tabla vežu se na nosivu cijev pomoću U-vijaka, kao i preklopiva poluga i mjesto prihvata užeta za podizanje. Ovjes konstrukcije koša na krovnu konstrukciju izveden je pomoću "zglobova" tj. šarki koje se sastoje od očnog vijka, svornjaka i donjeg dijela obujmice preko koje se U-vijkom sklop veže na krovnu konstrukciju. Elektromotor se svojim postoljem pomoću U-vijaka također veže na krovnu konstrukciju. Konstrukcija se podiže prema naprijed, a u položaju za igru učvršćuje ju prijelomna poluga s prednje strane.

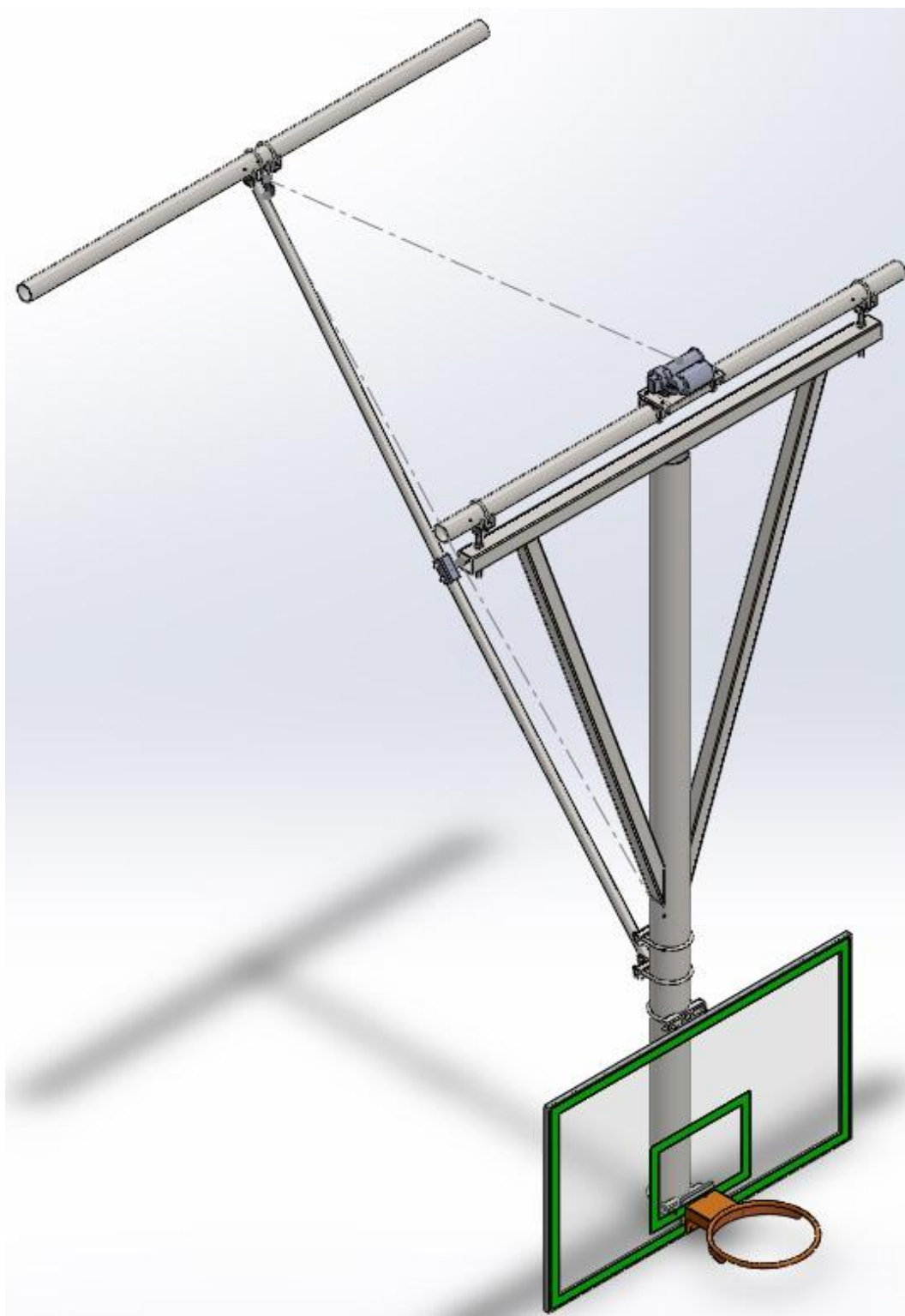
3.3.2. Koncept 2



Slika 10. Koncept 2

Koncept 2 sastoji se od nosive bešavne cijevi zavarene na kvadratni profil. Dva kvadratna profila sa svake strane osiguravaju dodatnu krutost i stabilnost konstrukcije. Koš i tabla vežu se na nosivu cijev pomoću U-vijaka, kao i teleskopska poluga. Mjesto prihvata užeta za podizanje zavareno je na nosivu cijev. Ovjes konstrukcije koša na krovnu konstrukciju izveden je pomoću "zglobova" tj. šarki koje se sastoje od očnog vijka, svornjaka i donjeg dijela obujmice preko koje se U-vijkom sklop veže na krovnu konstrukciju. Elektromotor se svojim postoljem pomoću U-vijaka također veže na krovnu konstrukciju. Konstrukcija se podiže prema naprijed, a u položaju za igru učvršćuje ju teleskopska poluga sa stražnje strane.

3.3.3. *Koncept 3*



Slika 11. Koncept 3

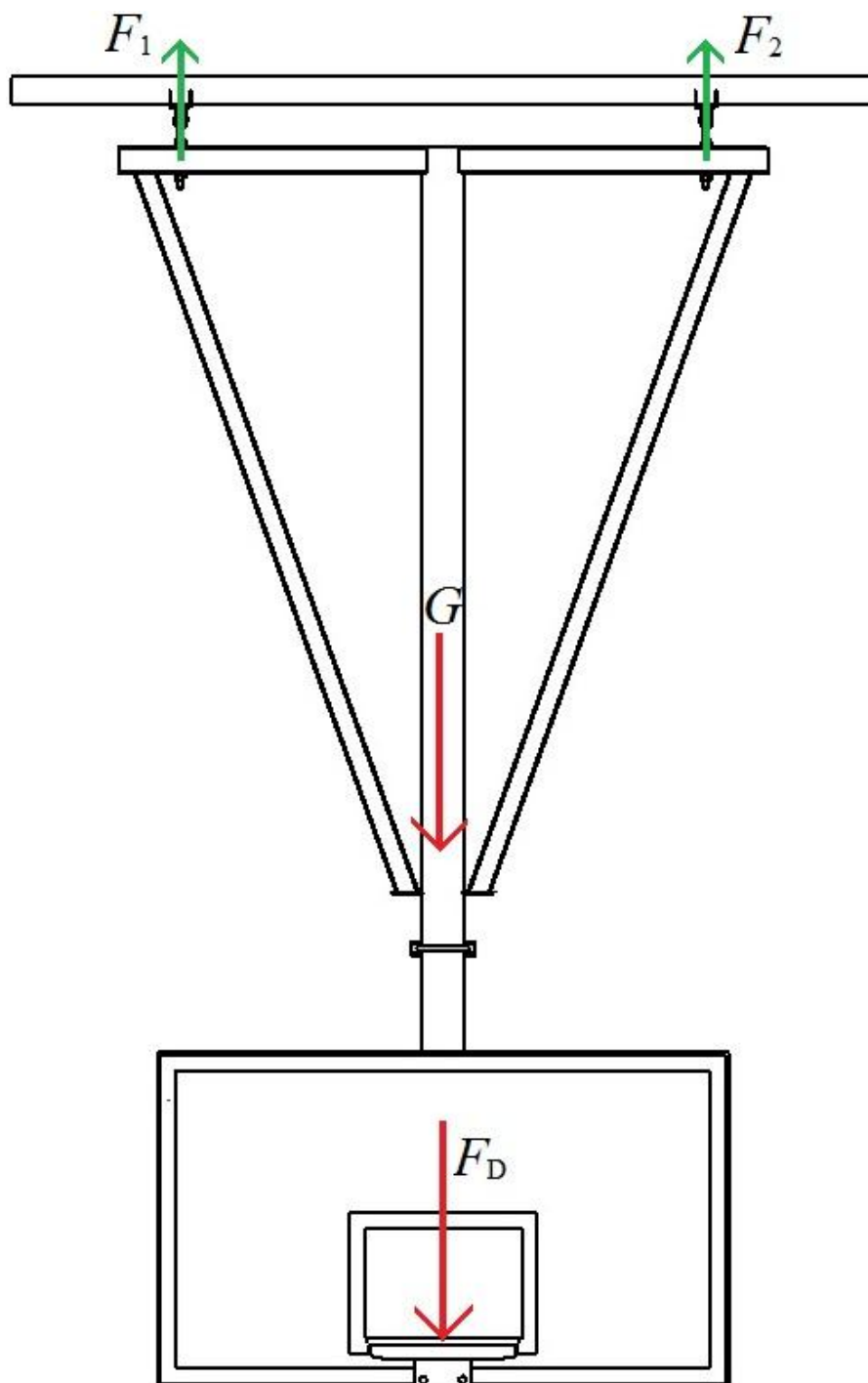
Koncept 3 sastoji se od nosive bešavne cijevi zavarene na kvadratni profil. Dva kvadratna profila sa svake strane osiguravaju dodatnu krutost i stabilnost konstrukcije. Koš i tabla vežu se na nosivu cijev pomoću U-vijaka, kao i prijelomna poluga i mjesto prihvata užeta za podizanje. Ovjes konstrukcije koša na krovnu konstrukciju izveden je pomoću "zglobova" tj. šarki koje se sastoje od očnog vijka, svornjaka i donjeg dijela obujmice preko koje se U-vijkom sklop veže na krovnu konstrukciju. Elektromotor se svojim postoljem pomoću U-vijaka također veže na krovnu konstrukciju. Konstrukcija se podiže unazad, a u položaju za igru učvršćuje ju prijelomna poluga sa stražnje strane.

Za daljnju razradu odabran je koncept 3 jer, za razliku od koncepta 1 i koncepta 2, nema nikakvih elemenata ispred koša koji bi eventualno mogli smetati prilikom igre.

4. PRORAČUN

4.1. Određivanje opterećenja

Sile koje opterećuju konstrukciju jesu vlastita težina i dodatna sila koja nastaje kada se igrač mase 150kg objesi na konstrukciju, recimo prilikom zakucavanja. Oslobođanjem tijela veza moguće je izračunati sile u osloncima.



Slika 12. Opterećenje konstrukcije

Težina konstrukcije:

$$m = 250 \text{ kg} \quad (1)$$

$$G = m \cdot g = 250 \cdot 9,81 \quad (2)$$

$$G = 2453 \text{ N} \quad (3)$$

Dodatna sila:

$$m_i = 150 \text{ kg} \quad (4)$$

$$\varphi = 2 \quad (5)$$

$$F_D = \varphi \cdot m_i \cdot g = 2 \cdot 150 \cdot 9,81 \quad (6)$$

$$F_D = 2943 \text{ N} \quad (7)$$

Rezultantna sila:

$$F_R = G + F_D = 2453 + 2943 \quad (8)$$

$$F_R \cong 5400 \text{ N} \quad (9)$$

Reakcijske sile:

$$\Sigma F_v = 0 \quad (10)$$

$$F_R = F_1 + F_2 \quad (11)$$

$$\Sigma M_2 = 0 \quad (12)$$

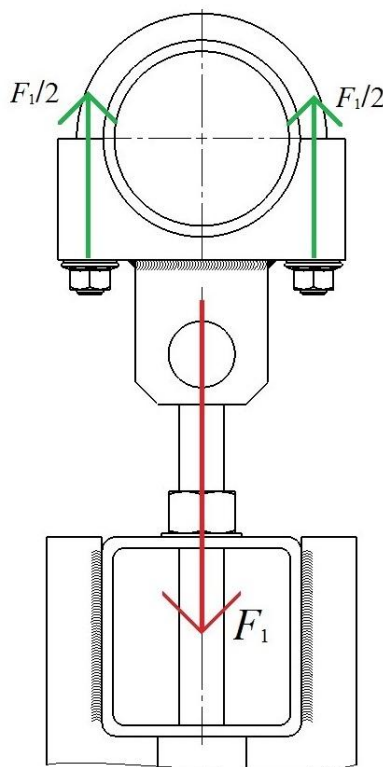
$$F_1 \cdot 1700 - F_R \cdot 750 = 0 \quad (13)$$

$$F_1 = F_2 = \frac{F_R}{2} = 2700 \text{ N} \quad (14)$$

4.2. Proračun čvrstoće nosivih elemenata

Konstrukcija se veže na krovnu konstrukciju preko U-vijaka M12 kojima se zglob, tj. šarka učvršćuje na cijev. Šarka je sastavljena od okastog vijka M20, svornjaka i obujmice na koju su zavareni nosivi limovi.

4.2.1. Proračun čvrstoće U-vijaka



Slika 13. Opterećenje nosive šarke

Opterećenje U-vijka:

$$F_{uv} = \frac{F_1}{2} = \frac{2700}{2} \quad (15)$$

$$F_{uv} = 1350 \text{ N} \quad (16)$$

Naprezanje U-vijka:

$$A_{uv} = 76,2 \text{ mm}^2 \quad (17)$$

Prema [1] naprezanje prednapregnutog vijka računa se:

$$\sigma_{uv} = \frac{1,6 \cdot F_{uv}}{A_{uv}} = \frac{1,6 \cdot 1350}{76,2} \quad (18)$$

$$\sigma_{uv} = 28,35 \text{ N/mm}^2 \quad (19)$$

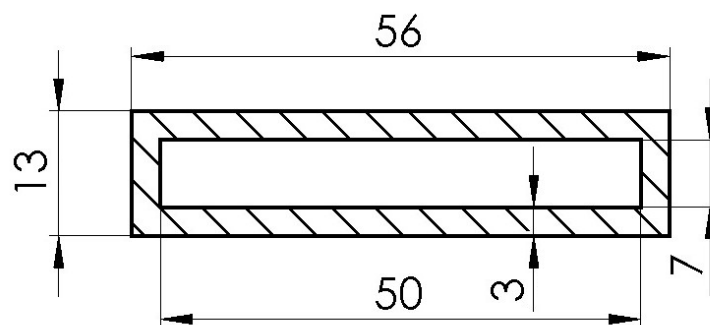
Granica tečenja vijka kvalitete 8.8 prema [1] iznosi:

$$R_{p0,2}^{uv} = 640 \text{ N/mm}^2 \quad (20)$$

$$S_{uv} = \frac{R_{p0,2}^{uv}}{\sigma_{uv}} = \frac{640}{28,35} \quad (21)$$

$$S_{uv} \cong 22,6 \quad (22)$$

4.2.2. Proračun zavarar nosivih limova šarke



Slika 14. Proračunski presjek zavarar 1

Površina zavarar 1:

$$a_{zav1} = 3 \text{ mm} \quad (23)$$

$$l_{zav1} = 50 \text{ mm} \quad (24)$$

$$A_{zav1} = 2 \cdot a_{zav1} \cdot l_{zav1} = 2 \cdot 3 \cdot 50 \quad (25)$$

$$A_{zav1} = 300 \text{ mm}^2 \quad (26)$$

Naprezanje zavar 1:

$$n_{\text{zav 1}} = \frac{F_1}{2 \cdot A_{\text{zav 1}}} = \frac{2700}{2 \cdot 300} \quad (27)$$

$$n_{\text{zav 1}} = 4,5 \text{ N/mm}^2 \quad (28)$$

$$\sigma_{\perp}^{\text{zav 1}} = \tau_{\perp}^{\text{zav 1}} = \frac{n_{\text{zav 1}}}{\sqrt{2}} = \frac{4,5}{\sqrt{2}} \quad (29)$$

$$\sigma_{\perp}^{\text{zav 1}} = \tau_{\perp}^{\text{zav 1}} = 3,2 \text{ N/mm}^2 \quad (30)$$

$$\sigma_{\text{red}}^{\text{zav 1}} = \sqrt{(\sigma_{\perp}^{\text{zav 1}})^2 + 1,8 \cdot (\tau_{\perp}^{\text{zav 1}} + \tau_{\text{II}}^{\text{zav 1}})^2} = \sqrt{3,2^2 + 1,8 \cdot 3,2^2} \quad (31)$$

$$\sigma_{\text{red}}^{\text{zav 1}} = 5,4 \text{ N/mm}^2 \quad (32)$$

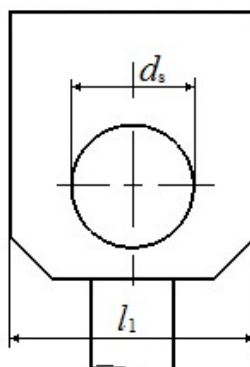
Dopušteno naprezanje kutnog zavar na vlak za materijal S355 prema [2] iznosi:

$$\sigma_{\text{dop}}^{\text{zav 1}} = 170 \text{ N/mm}^2 \quad (33)$$

$$S_{\text{zav 1}} = \frac{\sigma_{\text{dop}}^{\text{zav 1}}}{\sigma_{\text{red}}^{\text{zav 1}}} = \frac{170}{5,4} \quad (34)$$

$$S_{\text{zav 1}} \cong 31,5 \quad (35)$$

4.2.3. Proračun nosivog lima šarke



Slika 15. Nosivi lim

Dodirni pritisak između nosivog lima i svornjaka:

$$d_s = 18 \text{ mm} \quad (36)$$

$$t_1 = 7 \text{ mm} \quad (37)$$

$$p_1 = \frac{F_1}{2 \cdot d_{s1} \cdot t_1} = \frac{2700}{2 \cdot 18 \cdot 7} \quad (38)$$

$$p_1 = 10,71 \text{ N/mm}^2 \quad (39)$$

$$p_{\text{dop1}} = 100 \text{ N/mm}^2 \quad (40)$$

$$S_{p1} = \frac{p_{\text{dop1}}}{p_1} = \frac{100}{10,71} \quad (41)$$

$$S_{p1} \cong 9,3 \quad (42)$$

Naprezanje osnovnog materijala nosivog lima:

$$l_1 = 50 \text{ mm} \quad (43)$$

$$\alpha_k = 2,1 \quad (44)$$

$$A_{\text{om}} = t_1 \cdot (l_1 - d_{s1}) = 7 \cdot (50 - 18) \quad (45)$$

$$A_{\text{om}} = 224 \text{ mm}^2 \quad (46)$$

$$\sigma_{\text{om}} = \alpha_k \cdot \frac{F_1}{2 \cdot A_{\text{om1}}} = 2,1 \cdot \frac{2700}{2 \cdot 224} \quad (47)$$

$$\sigma_{\text{om}} = 12,7 \text{ N/mm}^2 \quad (48)$$

Granica tečenja čelika S355 iznosi:

$$R_{e,\text{om}} = 355 \text{ N/mm}^2 \quad (49)$$

$$S_{\text{om}} = \frac{R_{\text{e,oml}}}{\sigma_{\text{oml}}} = \frac{355}{12,7} \quad (50)$$

$$S_{\text{om}} \cong 28 \quad (51)$$

4.2.4. Proračun svornjaka šarke

Dodirni pritisak između svornjaka i okastog vijka:

$$s_{\text{ov}} = 24 \text{ mm} \quad (52)$$

$$p_2 = \frac{F_1}{d_{\text{s1}} \cdot s_{\text{ov}}} = \frac{2700}{18 \cdot 24} \quad (53)$$

$$p_2 = 6,25 \text{ N/mm}^2 \quad (54)$$

$$p_{\text{dop2}} = 100 \text{ N/mm}^2 \quad (55)$$

$$S_{p2} = \frac{p_{\text{dop2}}}{p_2} = \frac{100}{6,25} \quad (56)$$

$$S_{p2} = 16 \quad (57)$$

Odrez svornjaka:

$$A_s = \frac{d_s^2 \cdot \pi}{4} = \frac{18^2 \cdot \pi}{4} \quad (58)$$

$$A_s \cong 254,5 \text{ mm}^2 \quad (59)$$

$$\tau_s = \frac{F_1}{2 \cdot A_s} = \frac{2700}{2 \cdot 254,5} \quad (60)$$

$$\tau_s = 5,3 \text{ N/mm}^2 \quad (61)$$

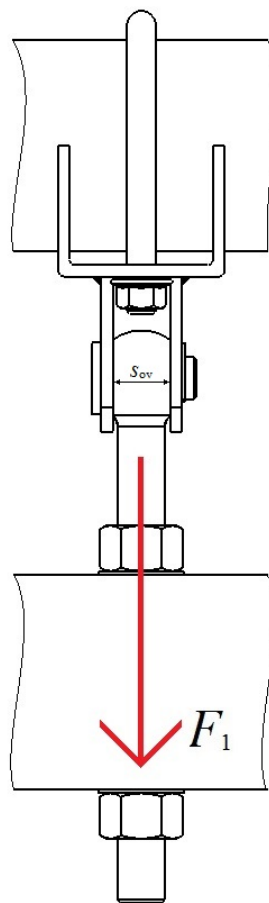
Dopušteno naprezanje na smik čelika S355 iznosi:

$$\tau_{\text{dops}} = 150 \text{ N/mm}^2 \quad (62)$$

$$S_s = \frac{\tau_{\text{dop}}^s}{\tau_s} = \frac{150}{5,3} \quad (63)$$

$$S_s \cong 28 \quad (64)$$

4.2.5. Proračun okastog vijka šarke



Slika 16. Opterećenje okastog vijka

Naprezanje okastog vijka:

$$A_{\text{ov}} = 225 \text{ mm}^2 \quad (65)$$

Prema [1] naprezanje prednapregnutog vijka računa se:

$$\sigma_{ov} = \frac{1,6 \cdot F_1}{A_{ov}} = \frac{1,6 \cdot 2700}{225} \quad (66)$$

$$\sigma_{ov} = 19,2 \text{ N/mm}^2 \quad (67)$$

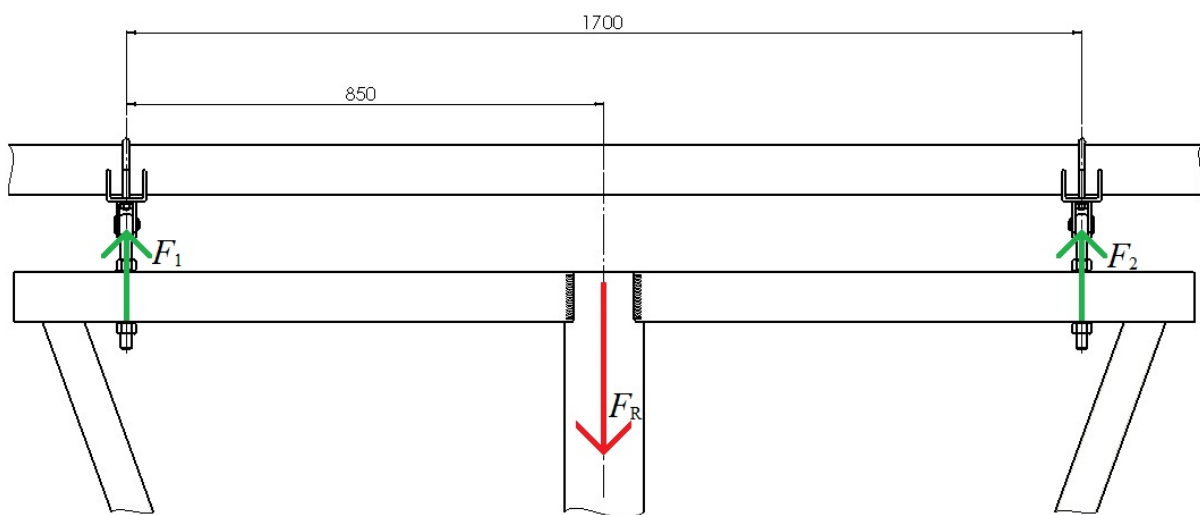
Granica tečenja materijala vijka kvalitete 6.8 prema [1] iznosi:

$$R_{e,ov} = 480 \text{ N/mm}^2 \quad (68)$$

$$S_{ov} = \frac{R_{e,ov}}{\sigma_{ov}} = \frac{480}{19,2} \quad (69)$$

$$S_{ov} = 25 \quad (70)$$

4.2.6. Proračun nosivog kvadratnog profila



Slika 17. Opterećenje kvadratnog profila

Savijanje kvadratnog profila:

$$l_{kp} = 1700 \text{ mm} \quad (71)$$

Moment otpora kvadratnog profila 90x90mm, debljine stijenke 5mm iznosi:

$$W_{kp} = 44400 \text{ mm}^3 \quad (72)$$

$$M_{s,kp} = F_1 \cdot \frac{l_{kp}}{2} = 2700 \cdot \frac{1700}{2} \quad (73)$$

$$M_{s,kp} = 2295000 \text{ Nmm} \quad (74)$$

$$\sigma_{kp} = \frac{M_{s,kp}}{W_{kp}} = \frac{2295000}{44400} \quad (75)$$

$$\sigma_{kp} = 51,7 \text{ N/mm}^2 \quad (76)$$

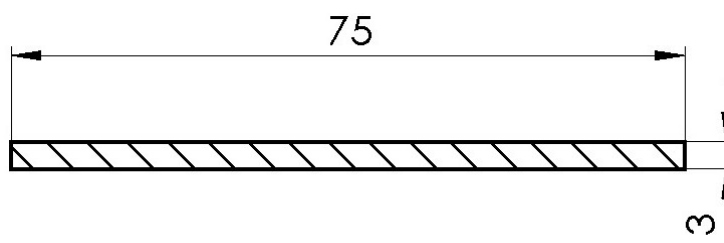
Granica tečenja čelika S355 iznosi:

$$R_{e,kp} = 355 \text{ N/mm}^2 \quad (77)$$

$$S_{kp} = \frac{R_{e,kp}}{\sigma_{kp}} = \frac{355}{51,7} \quad (78)$$

$$S_{kp} \cong 6,9 \quad (79)$$

4.2.7. Proračun zavora kvadratnog profila i cijevi



Slika 18. Proračunski presjek zavora 2

Površina zavora 2:

$$a_{zav2} = 3 \text{ mm} \quad (80)$$

$$l_{zav2} = 75 \text{ mm} \quad (81)$$

$$A_{zav2} = a_{zav2} \cdot l_{zav2} = 3 \cdot 75 \quad (82)$$

$$A_{zav2} = 225 \text{ mm}^2 \quad (83)$$

Naprežanje zavora 2:

$$t_{II}^{zav2} = \frac{F_R}{4 \cdot A_{zav2}} = \frac{5400}{4 \cdot 225} \quad (84)$$

$$t_{II}^{zav2} = 6 \text{ N/mm}^2 \quad (85)$$

$$\tau_{II}^{zav2} = t_{II}^{zav2} = 6 \text{ N/mm}^2 \quad (86)$$

$$\sigma_{red}^{zav2} = \sqrt{(\sigma_{\perp}^{zav2})^2 + 1,8 \cdot (\tau_{\perp}^{zav2} + \tau_{II}^{zav2})^2} = \sqrt{1,8 \cdot 6^2} \quad (87)$$

$$\sigma_{red}^{zav2} = 8,05 \text{ N/mm}^2 \quad (88)$$

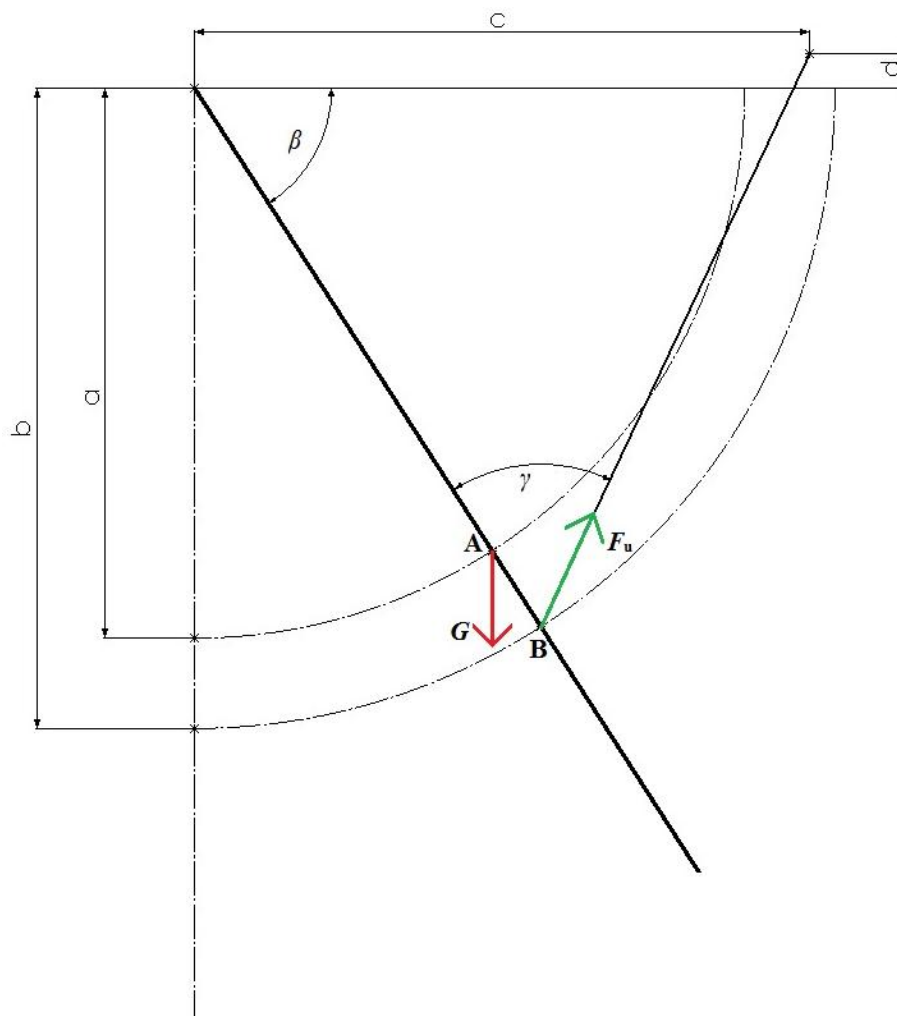
Dopušteno naprežanje zavar za materijal S355 prema [2] iznosi:

$$\sigma_{dop}^{zav2} = 170 \text{ N/mm}^2 \quad (89)$$

$$S_{zav2} = \frac{\sigma_{dop}^{zav2}}{\sigma_{red}^{zav2}} = \frac{170}{8,05} \quad (90)$$

$$S_{zav2} \cong 21 \quad (91)$$

4.3. Proračun užeta



Slika 19. Sila u užetu

Sila u užetu:

$$a = 2350 \text{ mm} \quad (92)$$

$$b = 2585 \text{ mm} \quad (93)$$

Najveća sila u užetu javit će se na samom kraju podizanja kada je konstrukcija u horizontalnom položaju:

$$\beta = 0^\circ \quad (94)$$

$$\gamma = 90^\circ \quad (95)$$

$$\Sigma M_O = 0 \quad (96)$$

$$G \cdot a \cdot \cos(\beta) - F_u \cdot b \cdot \sin(\gamma) = 0 \quad (97)$$

$$F_u = G \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{\cos(\beta)}{\sin(\gamma)} = 2453 \cdot \frac{2350}{2585} \cdot \frac{\cos(0^\circ)}{\sin(90^\circ)} \quad (98)$$

$$F_u \cong 2230 \text{ N} \quad (99)$$

Iz [3] slijedi postupak odabira užeta:

$$f = 0,455 \quad (100)$$

$$S_u = 8 \quad (101)$$

$$R_{m,u} = 1570 \text{ N/mm}^2 \quad (102)$$

$$F_u = A_u \cdot \sigma_{\text{dopu}} = f \cdot \frac{d_u^2 \cdot \pi}{4} \cdot \frac{R_{m,u}}{S_u} \quad (103)$$

$$d_u \geq \sqrt{\frac{4 \cdot S_u \cdot F_u}{f \cdot R_{m,u} \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8 \cdot 2230}{0,455 \cdot 1570 \cdot \pi}} \quad (104)$$

$$d_u \geq 5,64 \text{ mm} \quad (105)$$

$$d_u = 6 \text{ mm} \quad (106)$$

Odabrano je Uže 6 HRN C.H1.072 - ČJ –g 1570 sZ-nrp.

4.4. Proračun elektromotora za podizanje

Potrebna snaga elektromotora:

$$v_u = 3 \text{ m/min} = 0,05 \text{ m/s} \quad (107)$$

$$P_{em} = F_u \cdot v_u = 2281 \cdot 0,05 \quad (108)$$

$$P_{em} = 114,1 \text{ W} \quad (109)$$

Odabran je elektromotor u sklopu s vitlom Lynrus QR4 snage 560W i brzine povlačenja užeta $v_u = 2,7 \text{ m/min}$.



Slika 20. Motor u sklopu s vitlom Lynrus QR4



Slika 21. Stropna podizna konstrukcija koša za košarku

ZAKLJUČAK

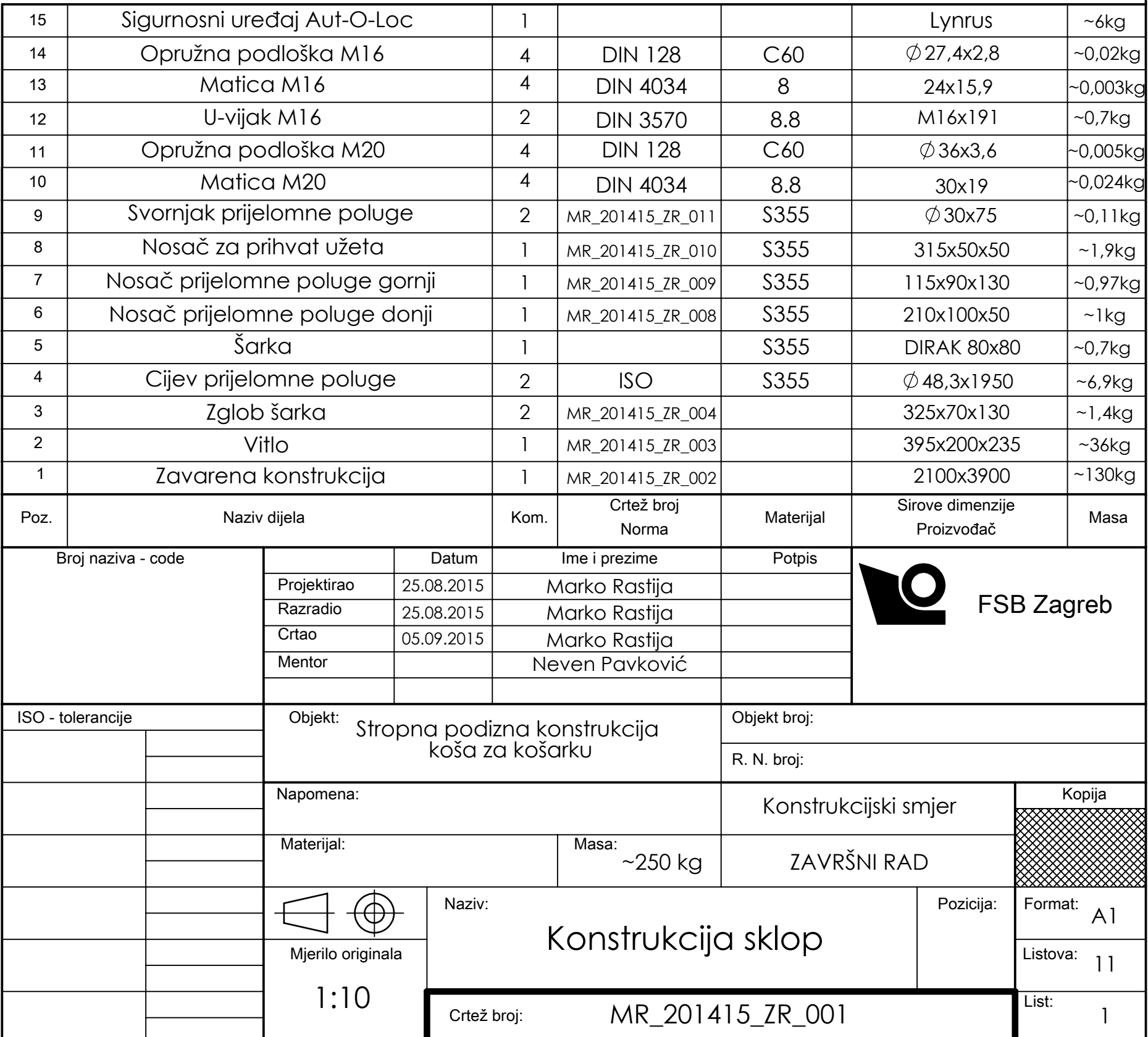
U ovom radu prikazana je konstrukcijska razrada stropne podizne konstrukcije koša za košarku. Konstrukcija se podiže unazad do horizontalnog položaja kako bi što manje smetala odigravanju ostalih sportova. Ovješena je na zglobu tj. šarki koja je sastavljena od okastog vijka što omogućuje fino podešavanje visine konstrukcije. U položaju za igru učvršćuje ju prijelomna poluga sa stražnje strane. Spušta se i podiže pomoću elektromotora i vitla. Svoju primjenu ova konstrukcija može pronaći u manjim sportskim dvoranama gdje nema odgovarajućeg prostora za skladištenje podnih pokretnih konstrukcija koševa za košarku i gdje ograničenost veličine dvorane uvjetuje odigravanje više sportova u istom prostoru. U takvim uvjetima ova konstrukcija rješava problem jer se podizanjem miče iz prostora za odigravanje ostalih sportova, a ne traži dodatni skladišni prostor.

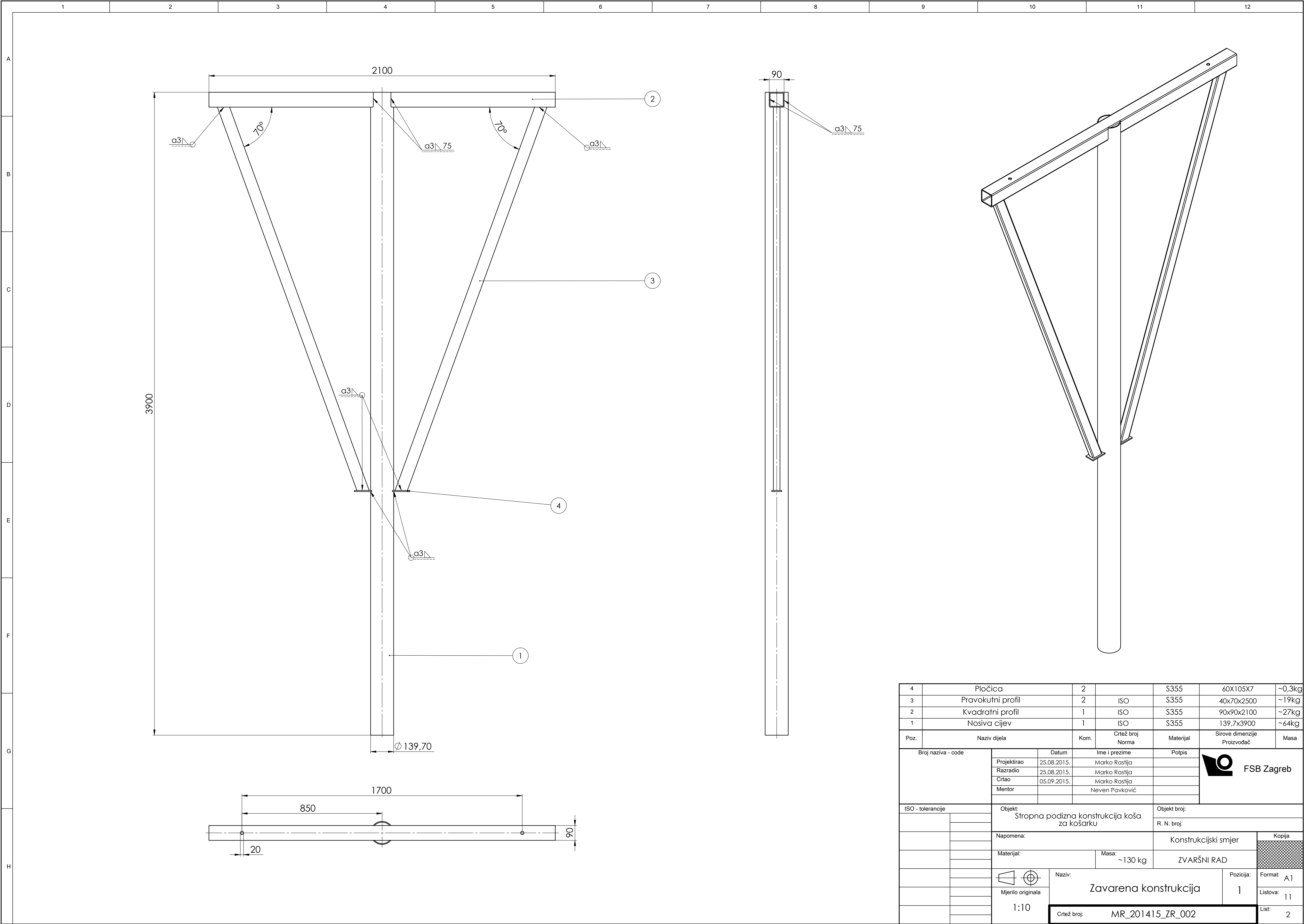
LITERATURA

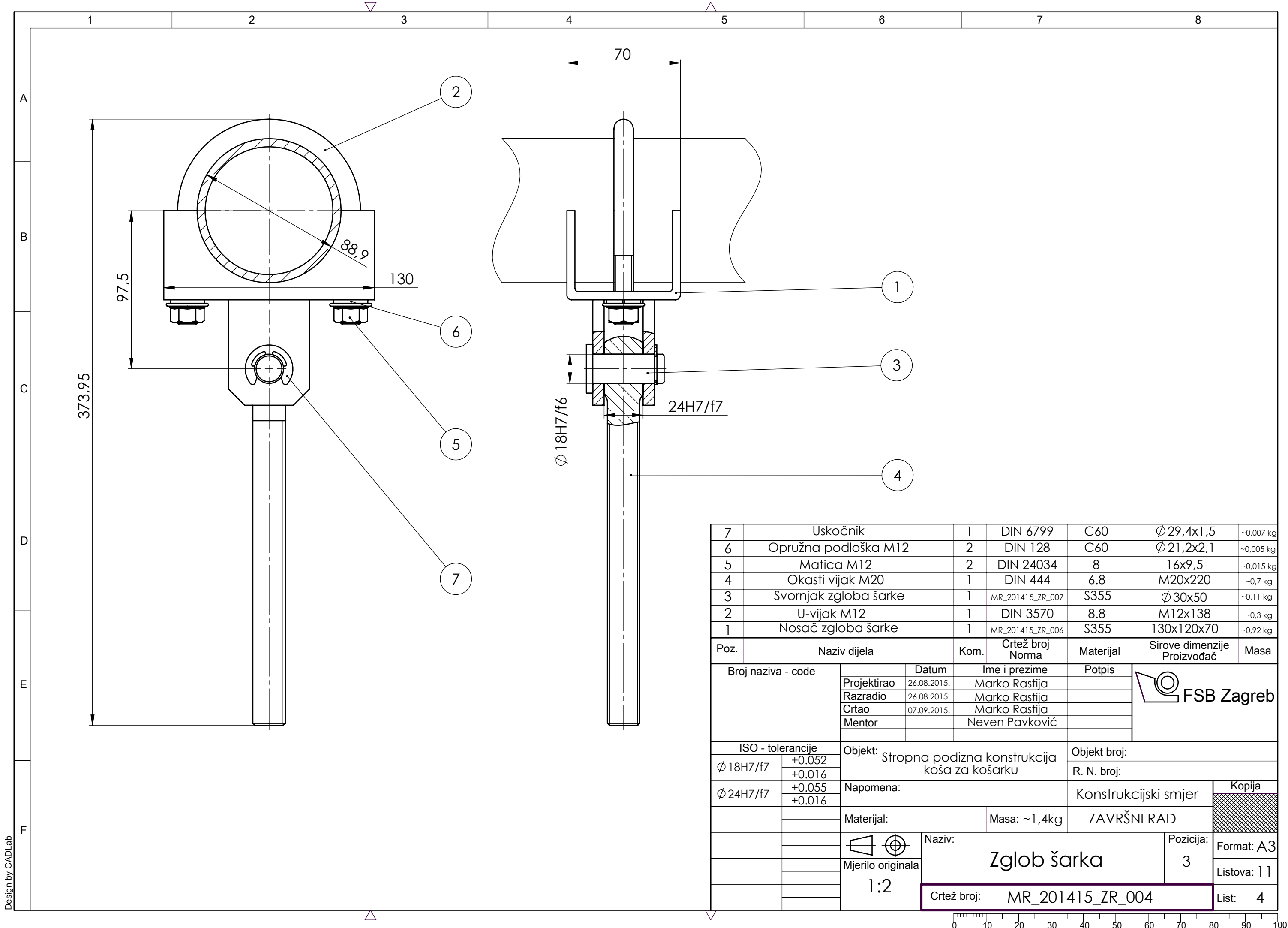
- [1] Kraut, B.: Strojarski priručnik, Axiom, Zagreb, 1997.
- [2] Kranjčević, N.: Elementi strojeva, FSB; Zagreb, 2012.
- [3] Ščap, D.: Transportni uređaji (Prenosila i dizala), FSB, Zagreb, 2004.

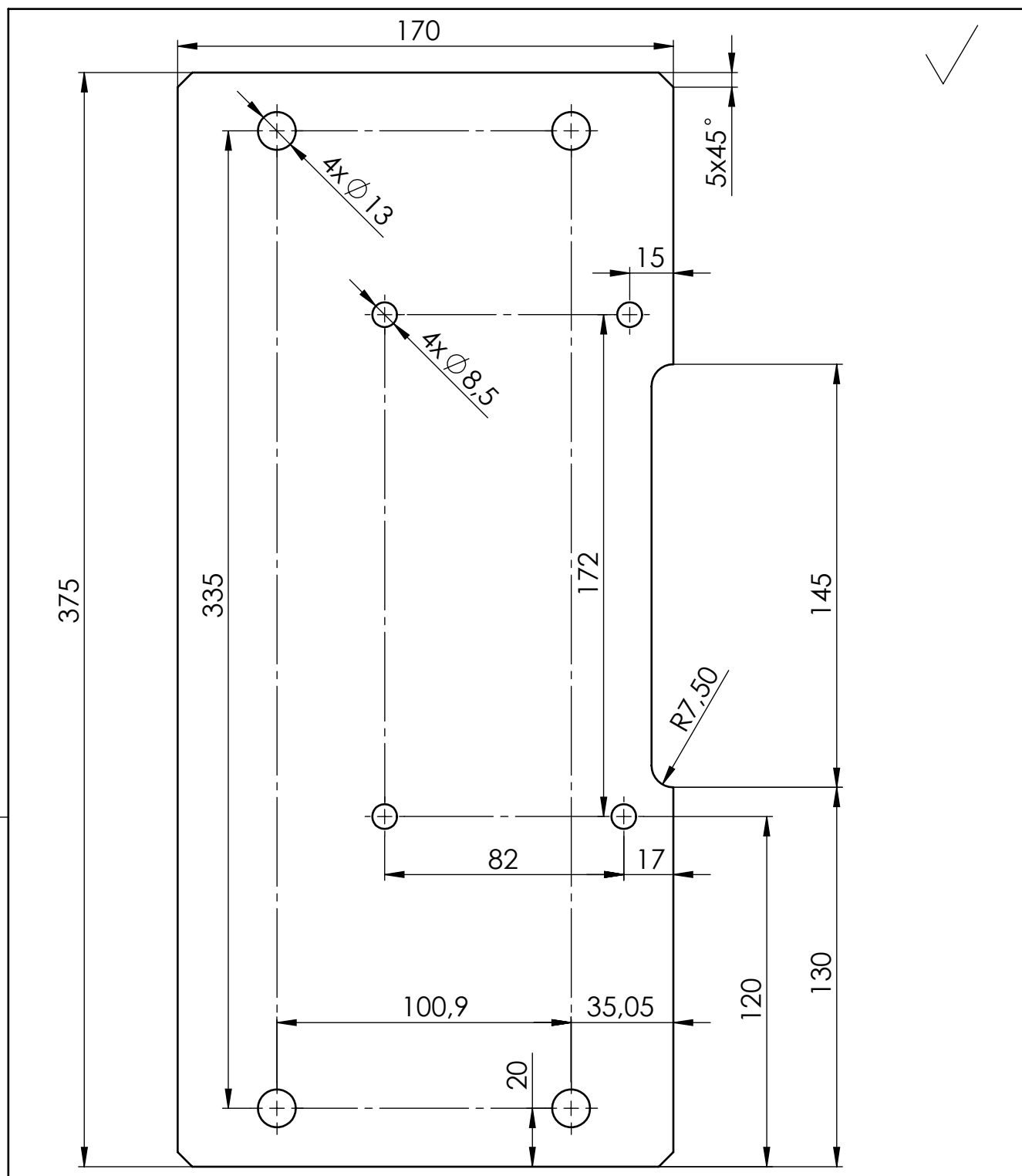
PRILOZI

- I. CD-R disc
- II. Tehnička dokumentacija



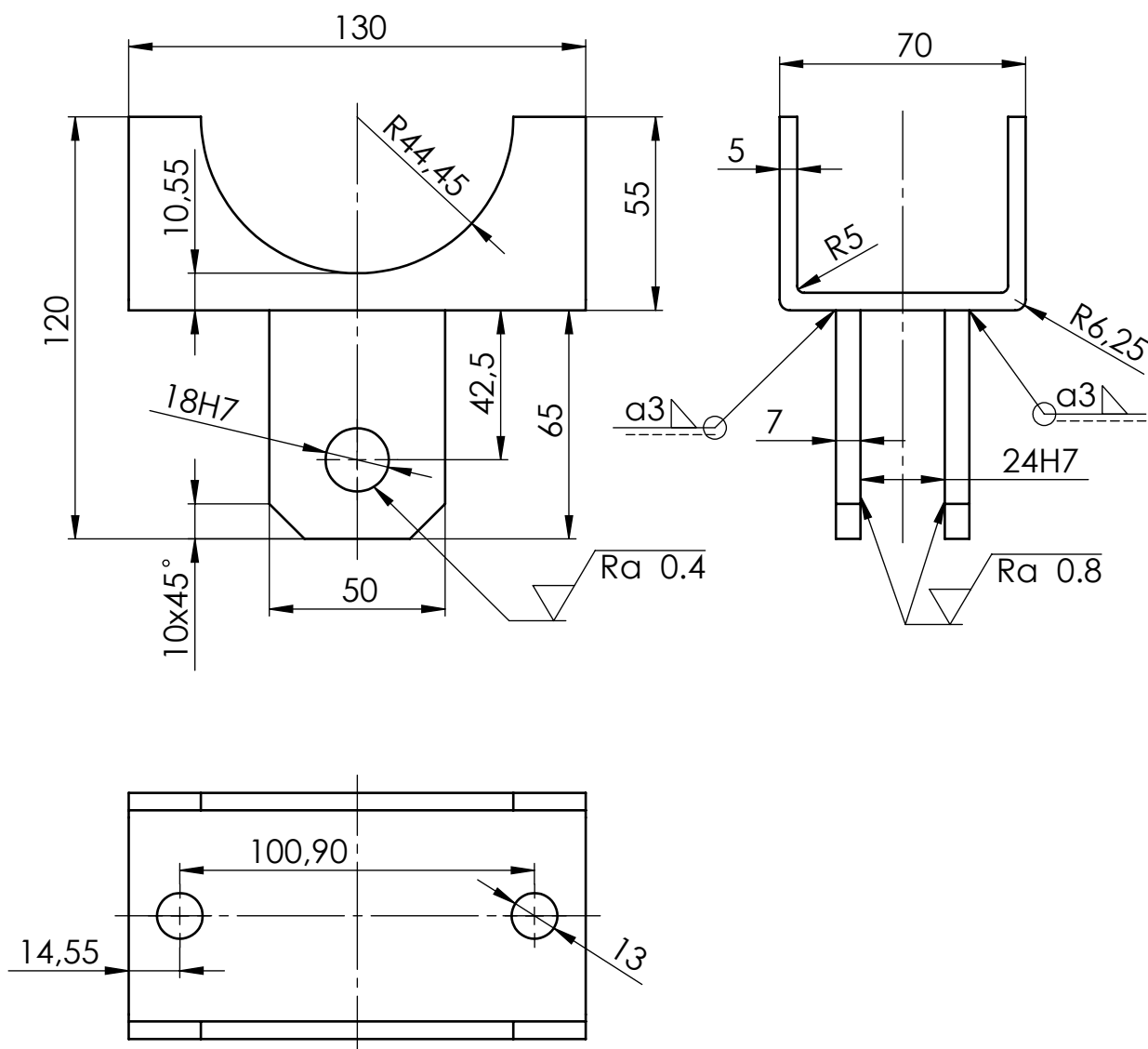






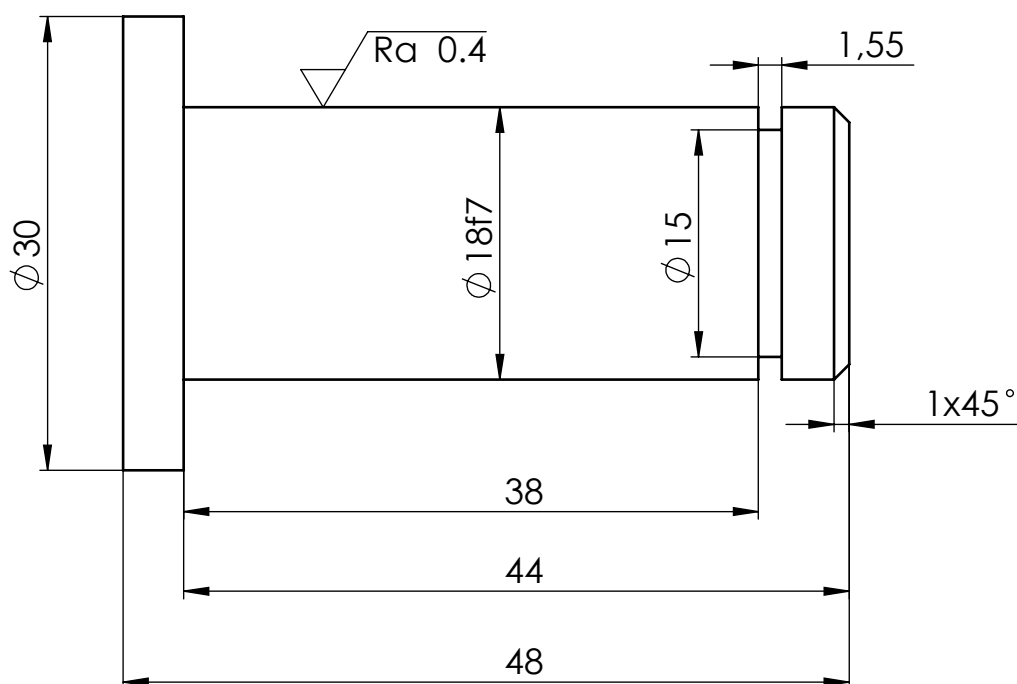
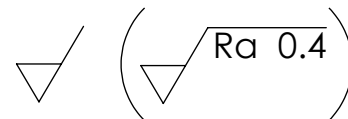
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
Projektirao	25.08.2015.	Marko Rastija		
Razradio	25.08.2015.	Marko Rastija		
Crtao	07.09.2015.	Marko Rastija		
Mentor		Neven Pavković		
Objekt: Stropna podizna konstrukcija koša za košarku			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena: Debljina ploče = 7 mm			Konstrukcijski smjer	Kopija
Materijal: S355		Masa: ~3,4 kg	ZAVRŠNI RAD	
	Naziv:		Pozicija:	Format: A4
Mjerilo originala	Ploča vitla		2(2)	Listova: 11
1:2	Crtež broj: MR_201415_ZR_005			List: 5

✓ (√ Ra 0.8 √ Ra 0.4)



	Datum	Ime i prezime	Potpis	FSB Zagreb
Projektirao	25.08.2015.	Marko Rastija		
Razradio	25.08.2015.	Marko Rastija		
Crtao	07.09.2015.	Marko Rastija		
Mentor		Neven Pavković		

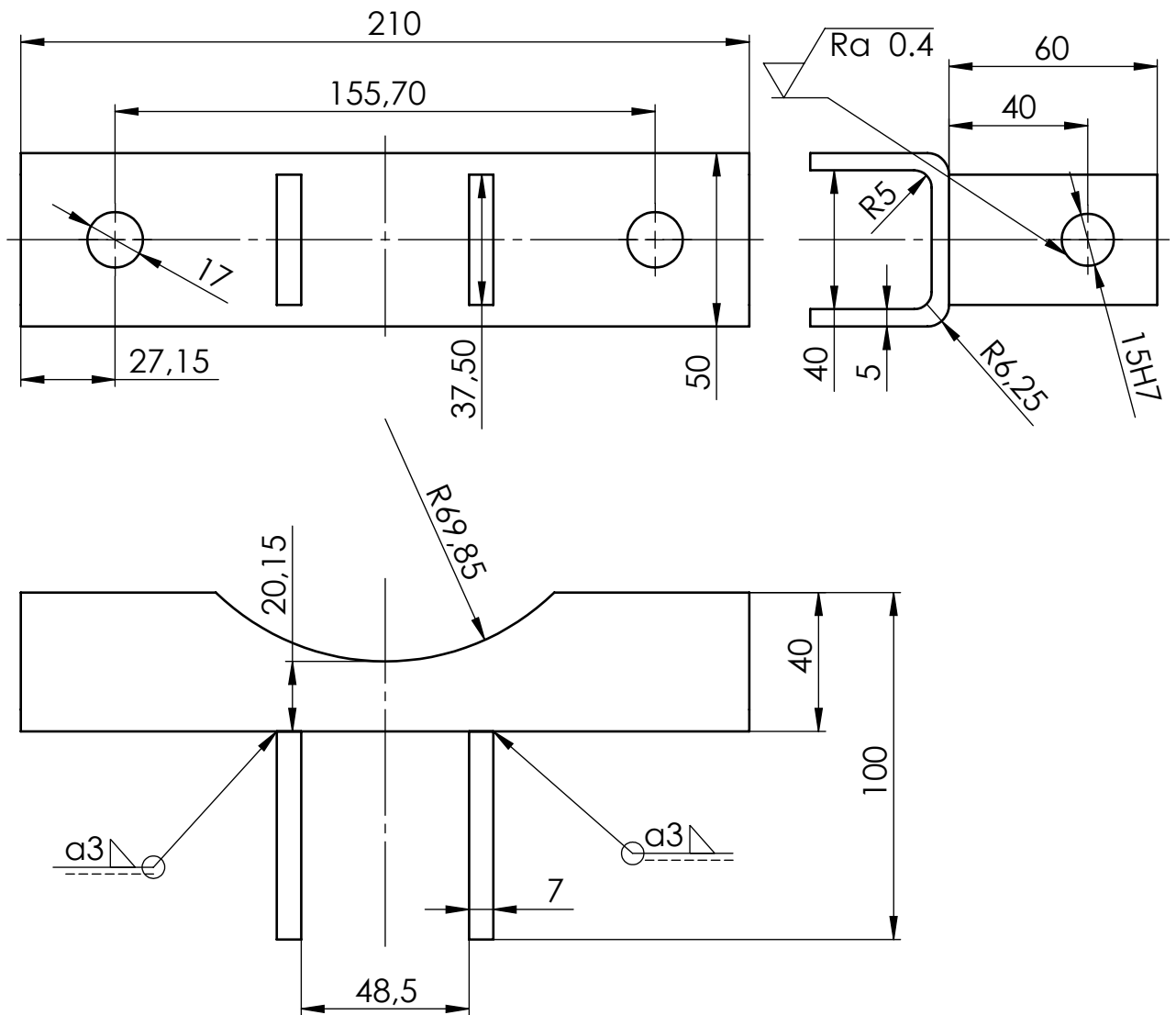
ISO - tolerancije		Objekt: Stropna podizna konstrukcija koša za košarku		Objekt broj:	
∅ 18H7	+0.018 0	Napomena: Provrti ∅ 18H7 bušiti nakon zavarivanja.		R. N. broj:	
∅ 24H7	+0.021 0				
		Materijal: S355	Masa: ~0,92 kg	ZAVRŠNI RAD	
		Naziv: Nosač zgloba šarke		Kopija	
		Mjerilo originala 1:2		Pozicija: 3(1)	
		Crtež broj: MR_201415_ZR_006		Format: A4	
				Listova: 11	
				List: 6	



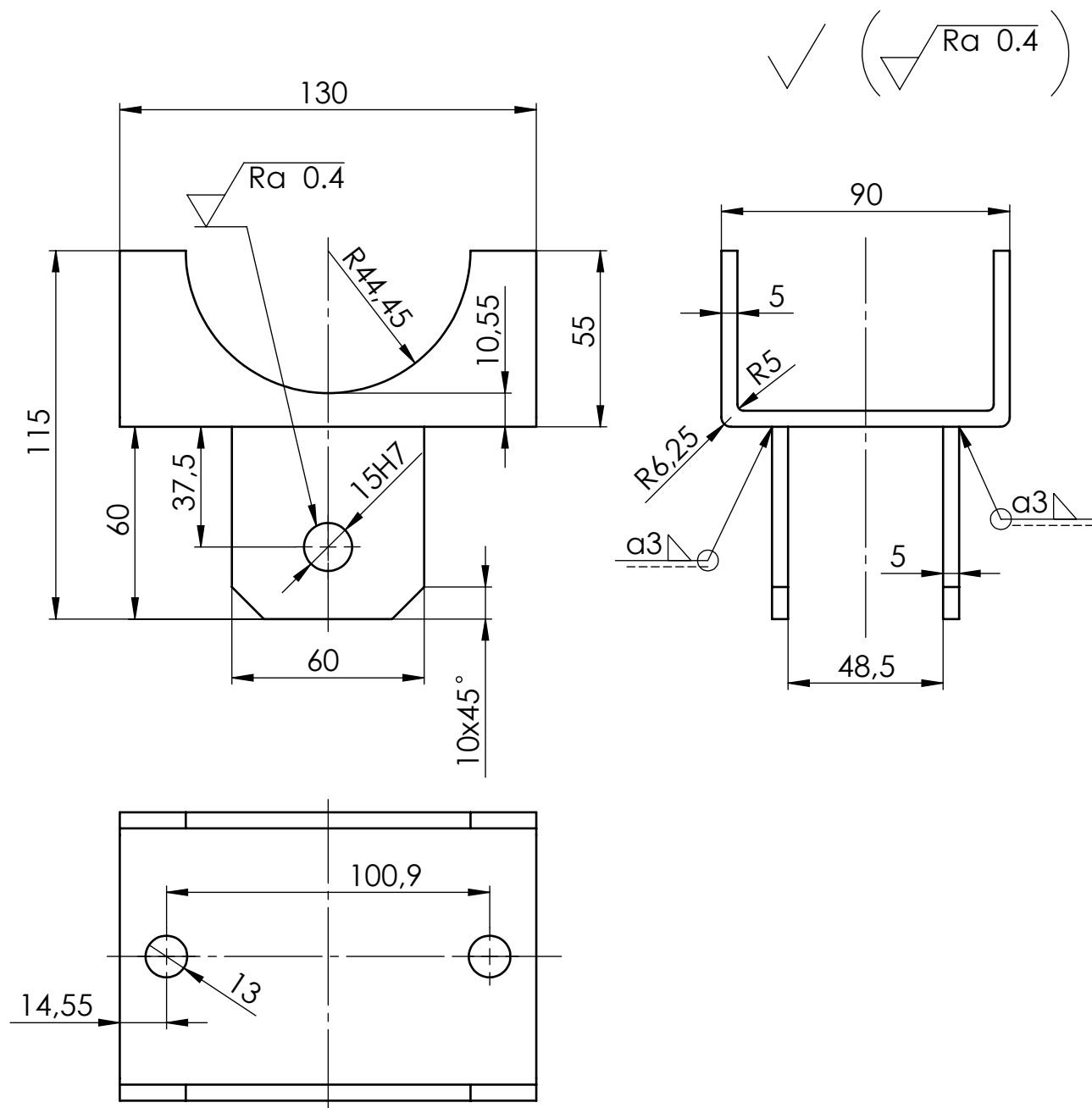
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
Projektirao	25.08.2015.	Marko Rastija		
Razradio	25.08.2015.	Marko Rastija		
Crtao	07.09.2015.	Marko Rastija		
Mentor		Neven Pavković		

ISO - tolerancije		Objekt: Stropna podizna konstrukcija koša za košarku		Objekt broj:	
Ø 18f7	-0.016 -0.034			R. N. broj:	
		Napomena:		Konstrukcijski smjer	Kopija
		Materijal: S355	Masa: ~0,11kg	ZAVRŠNI RAD	
		Naziv: Svornjak zgloba šarke		Pozicija: 3(3)	Format: A4
		Mjerilo originala 2:1			Listova: 11
		Crtež broj: MR_201415_ZR_007			List: 7

✓ ($\sqrt{Ra\ 0.4}$)

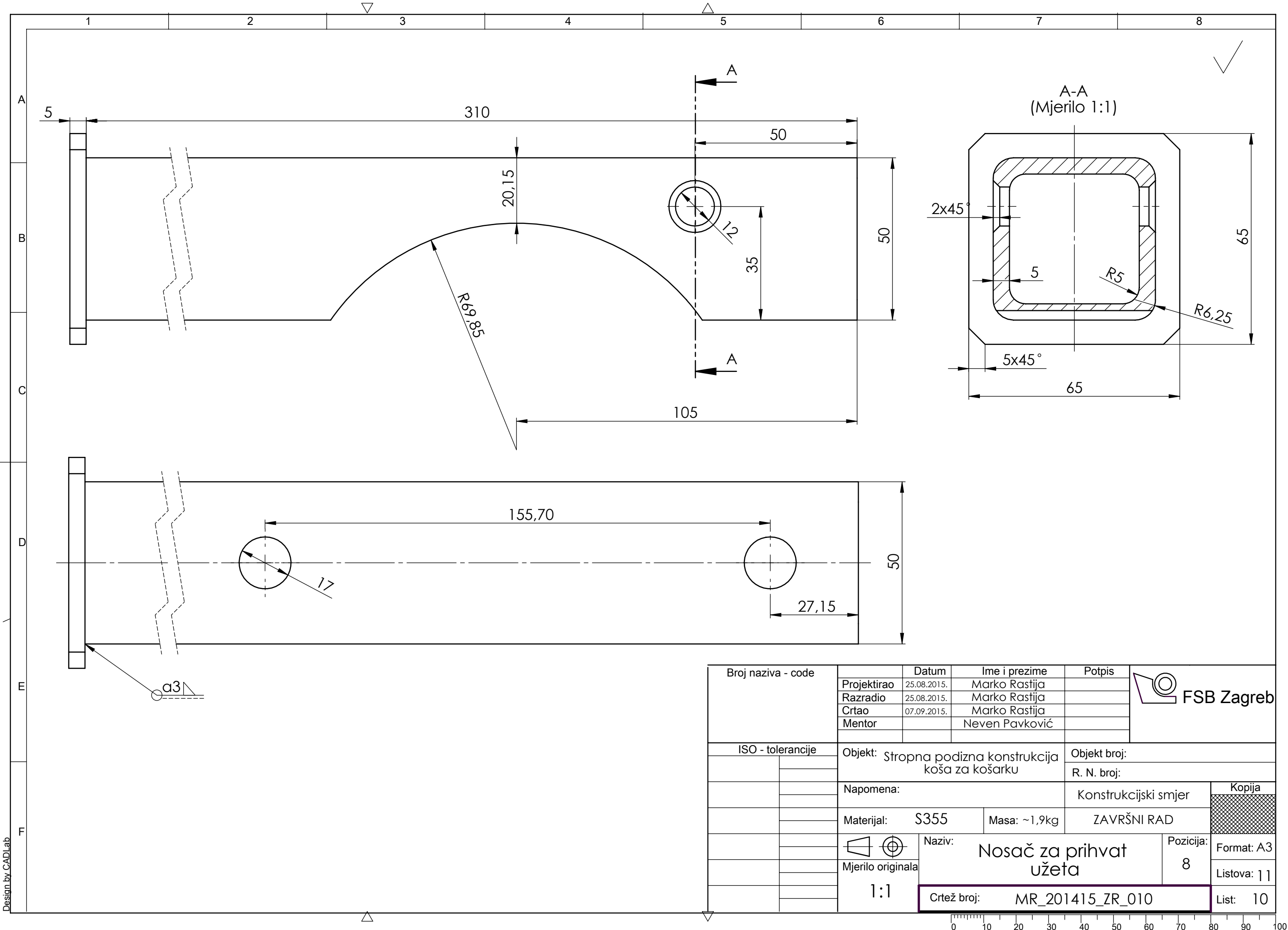


	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
Projektirao	25.08.2015	Marko Rastija		
Razradio	25.08.2015	Marko Rastija		
Crtao	07.09.2015	Marko Rastija		
Mentor		Neven Pavković		
Objekt: Stropna podizna konstrukcija koša za košarku			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena: Provrti Ø 15H7 bušiti nakon zavarivanja			Konstrukcijski smjer	Kopija
Materijal: S355		Masa: ~1 kg	ZAVRŠNI RAD	
	Naziv: Nosač prijelomne poluge donji		Pozicija: 6	Format: A4
	Mjerilo originala 1:2			Listova: 11
Crtež broj: MR_201415_ZR_008			List: 8	

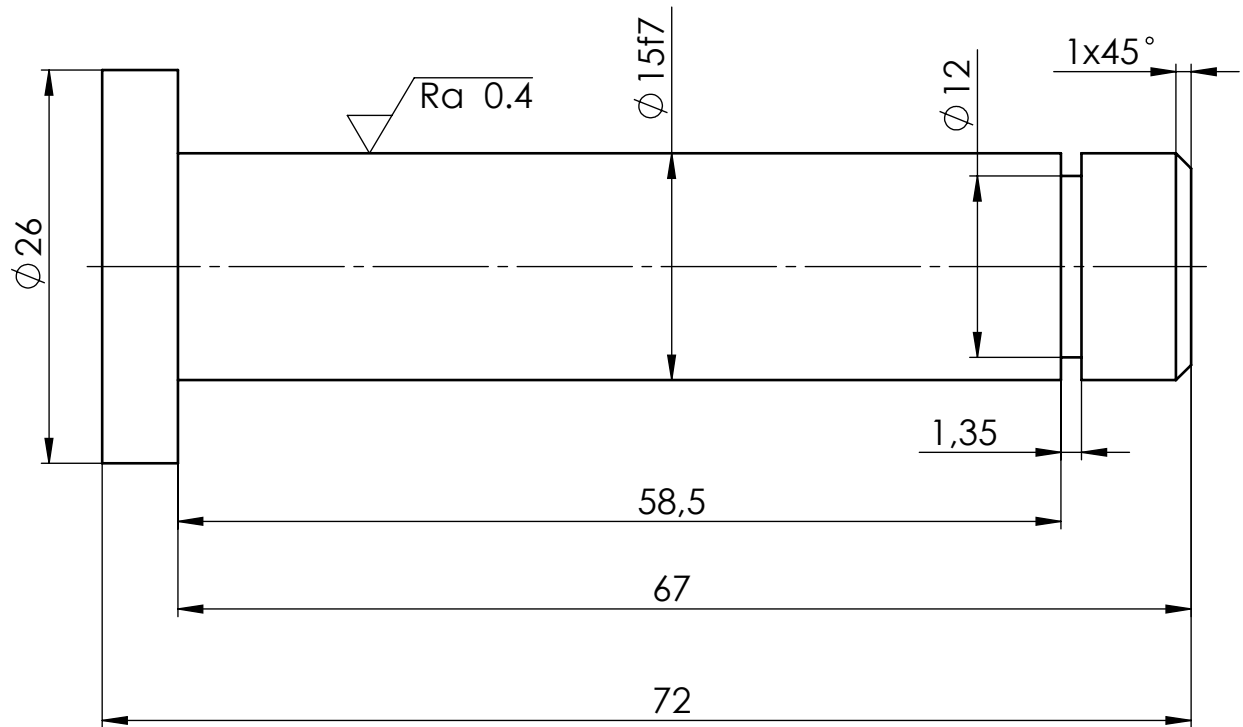
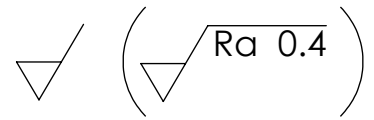


Design by CADLab

		Datum	Ime i prezime	Potpis	
		Projektirao	25.08.2015.	Marko Rastija	
		Razradio	25.08.2015.	Marko Rastija	
		Crtao	07.09.2015.	Marko Rastija	
		Mentor		Neven Pavković	
ISO - tolerancije		Objekt: Stropna podizna konstrukcija koša za košarku			Objekt broj:
$\varnothing 15H7$	+0.018 0				R. N. broj:
		Napomena: Provrti $\varnothing 15H7$ bušiti nakon zavarivanja			Konstrukcijski smjer
		Materijal: S355 Masa: ~0,97 kg			ZAVRŠNI RAD
		Naziv: Nosač prijelomne poluge gornji			Kopija
		Mjerilo originala 1:2			Format: A4
		Crtež broj: MR_201415_ZR_009			Listova: 11
					List: 9



Broj naziva - code	Projektirao		Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
	Razradio		25.08.2015.	Marko Rastija		
	Crtao		25.08.2015.	Marko Rastija		
	Mentor		07.09.2015.	Marko Rastija		
				Neven Pavković		
ISO - tolerancije		Objekt: Stropna podizna konstrukcija koša za košarku			Objekt broj:	
					R. N. broj:	
		Napomena:			Konstruktivski smjer	Kopija
		Materijal:	S355	Masa: ~1,9kg	ZAVRŠNI RAD	
		 	Naziv:			Pozicija:
		Mjerilo originala	Nosač za prihvrat užeta			8
			Crtež broj:			MR_201415_ZR_010
		1:1				Format: A3
						Listova: 11
						List: 10



		Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb	
Projektirao		25.08.2015.	Marko Rastija			
Razradio		25.08.2015.	Marko Rastija			
Crtao		07.09.2015.	Marko Rastija			
Mentor			Neven Pavković			
ISO - tolerancije		Objekt: Stropna podizna konstrukcija koša za košarku			Objekt broj:	
Ø 15f7	-0.016				R. N. broj:	
	-0.034					
		Napomena:			Konstrukcijski smjer	Kopija
		Materijal: S355 Masa: ~0,11kg			ZVARŠNI RAD	
		Naziv: Svornjak prijelomne poluge			Pozicija: 9	Format: A4
		Mjerilo originala				Listova: 11
		2:1			Crtež broj: MR_201415_ZR_011	List: 11